

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Atsushi WATANABE, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: March 25, 2004

Examiner:

For: ROBOT OFFLINE PROGRAMMING SYSTEM WITH ERROR-CORRECTION
FEEDBACK FUNCTION

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-096940


Filed: March 31, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 25, 2004

By: 
H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月31日
Date of Application:

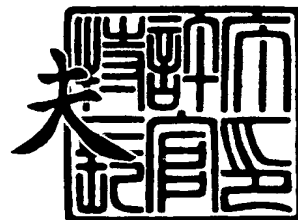
出願番号 特願2003-096940
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-096940]

出願人 ファナック株式会社
Applicant(s):

2004年 2月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3008870

【書類名】 特許願

【整理番号】 21716P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B25J 9/10

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 渡邊 淳

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 伊藤 孝幸

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 小坂 哲也

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、
オフラインプログラミング装置で作成され記憶する第 1 のプログラムに対応する教示点の位置姿勢の誤差補正がなされ修正された第 2 のプログラムを入力する手段と、
入力した前記第 2 のプログラムと前記第 1 のプログラムから、前記第 1 のプログラムの教示点の位置姿勢の修正量を求めて記憶する手段と、
前記第 1 のプログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の位置姿勢の修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、
前記第 1 のプログラムに教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られた第 3 のプログラムの教示点に、前記記憶手段に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段と、
を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 2】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、
オフラインプログラミング装置で作成され記憶する第 1 のプログラムに対応する教示点の位置姿勢の誤差補正がなされ修正された第 2 のプログラムを入力する手段と、
入力した前記第 2 のプログラムと前記第 1 のプログラムから、前記第 1 のプログラムの教示点の位置姿勢の修正量を求めて記憶する手段と、
前記第 1 のプログラムの修正により教示点が修正されたプログラムの教示点に、前記記憶手段に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段

と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 3】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成され記憶する第 1 のプログラムに対応する教示点の位置姿勢の誤差補正がなされ修正された第 2 のプログラムを入力する手段と、

入力した前記第 2 のプログラムと前記第 1 のプログラムから、前記第 1 のプログラムの教示点の位置姿勢の修正量を求めて記憶する手段と、

前記第 1 のプログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の位置姿勢の修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、

前記第 1 のプログラムに教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られた第 3 のプログラムと、前記記憶手段に記憶された教示点に対応する修正量を別のファイルで出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 4】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成され記憶する第 1 のプログラムに対応する教示点の位置姿勢の誤差補正がなされ修正された第 2 のプログラムを入力する手段と、

入力した前記第 2 のプログラムと前記第 1 のプログラムから、前記第 1 のプログラムの教示点の位置姿勢の修正量を求めて記憶する手段と、

前記第 1 のプログラムの修正により教示点の位置姿勢を修正して得られた第 3 のプログラムと、前記記憶手段に記憶された教示点に対応する修正量を別のファイルとして出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 5】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、
オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムの教示点に対して位置姿勢の誤差補正の修正量を記憶する記憶手段と、
前記プログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の前記記憶手段に記憶する修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、
教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正したプログラムの教示点に、前記記憶手段に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段と、
を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 6】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、
オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムの教示点に対して位置姿勢の誤差補正の修正量を記憶する記憶手段と、
前記プログラムの修正により教示点の位置姿勢が修正されたプログラムの教示点に前記記憶手段に記憶された修正量それぞれ補正してプログラムを出力する手段と、
を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 7】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、
オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムの教示点に対して位置姿勢の誤差補正の修正量を記憶する記憶手段と、
前記プログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された

教示点の近傍における既存の複数の教示点の前記記憶手段に記憶する修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、

前記プログラムに教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと、前記記憶手段に記憶された教示点に対応する修正量を別のファイルで出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 8】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムの教示点に対して位置姿勢の誤差補正の修正量を記憶する記憶手段と、

前記プログラムの教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと前記記憶手段に記憶された修正量を別のファイルとして出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 9】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成され記憶するプログラムの教示点に対する位置姿勢の誤差補正の修正量を、ロボット制御装置から入力して記憶する手段と、

前記プログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の位置姿勢の修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、

前記プログラムに教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムの教示点に、前記記憶手段に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフ

ラインプログラミング装置。

【請求項 10】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成され記憶するプログラムの教示点に対する位置姿勢の誤差補正の修正量を、ロボット制御装置から入力して記憶する手段と、

前記プログラムの修正により教示点が修正されたプログラムの教示点に、前記記憶手段に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 11】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成され記憶するプログラムの教示点に対する位置姿勢の誤差補正の修正量を、ロボット制御装置から入力して記憶する手段と、

前記プログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の位置姿勢の修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、

前記プログラムに教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと、前記記憶手段に記憶された教示点の修正量を別のファイルとして出力する手段と、

を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 12】 ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、

オフラインプログラミング装置で作成され記憶するプログラムの教示点に対する位置姿勢の誤差補正の修正量を、ロボット制御装置から入力して記憶する手段と、

、

前記プログラムの教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと、前記記憶手段に記憶された教示点の修正量を別のファイルとして出力する手段と、を有することを特徴とする、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置。

【請求項 13】 予想修正量を計算して記憶する手段は、プログラム修正により追加した教示点及び／又は位置姿勢を修正した教示点の位置と前記プログラムに教示されている教示点の中で近い距離の複数の教示点間の距離を求める手段と、この求めた距離が所定距離以上か判断する手段を備え、この求めた距離が所定距離以上の場合には、追加及び／又は位置姿勢を修正した追加した教示点に対する前記予想補正量をゼロとする請求項 1，請求項 3，請求項 5，請求項 7，請求項 9 又は請求項 11 に記載のロボットオフラインプログラミング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボットオフラインプログラミング装置に関する。特に、教示点の位置修正に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ロボットの動作プログラムを作成方法としては、実際にロボットを動作させ作業位置等を教示する方法と、ロボットや作業対象物等のモデルを用いてプログラムを作成するオフラインプログラミング装置により作成方法がある。オフラインプログラミング装置で作成したプログラムは、各種の誤差（ロボット、作業対象物の設置誤差、部品歪み、ロボットのたわみ誤差）が存在することによって、実際のロボットに適用しても、ロボットに指令されている作業対象位置と作業対象物との間で位置ずれが生じ、そのまま実行することはできない。また、この各種誤差は、理論的な計算で求めることが非常に難しいものである。このため、オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムを実際のロボットに適用するとき、全教示点の指令位置姿勢と目標とする位置姿勢の誤差を補正し修正する必要がある。

【0003】

さらに、オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムを実際のロボットを用いて教示点の位置姿勢の誤差を補正し修正した後、この修正したプログラムに対して、オフラインプログラミング装置で再度教示点の追加や修正を行い、この修正、追加したプログラムを実際のロボットで使えるようにするためには、再度上述したような、実際のロボットを使用して同様な教示点の位置姿勢誤差補正の修正が必要である。

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

オフラインプログラミング装置で作成したプログラムを実際のロボットを用いてその教示位置を修正したプログラムを得ていても、オフラインプログラミング装置で再度教示点の追加や修正を行うと、再度実際のロボットを用いて教示点の位置姿勢の修正が必要となり、オフラインプログラミング装置をプログラムの修正に効果的に活用することが難しかった。

【0005】

そこで、本発明の目的は、オフラインプログラミング装置で教示点の追加や位置姿勢の修正を行ったプログラムを、実際のロボットで実行するときに必要となる教示修正作業を簡単にするにある。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、本願請求項1に係わる発明は、オフラインプログラミング装置で作成され記憶する第1のプログラムに対応する教示点の位置姿勢の誤差補正がなされ修正された第2のプログラムを入力する手段と、入力した前記第2のプログラムと前記第1のプログラムから、前記第1のプログラムの教示点の位置姿勢の修正量を求めて記憶する手段と、前記第1のプログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の位置姿勢の修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、前記第1のプログラムに教示点を

追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られた第3のプログラムの教示点に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段とを有し、誤差修正フィードバック機能を有することを特徴とするものである。

【0007】

又、請求項2に係わる発明は、ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、オフラインプログラミング装置で作成され記憶する第1のプログラムに対応する教示点の位置姿勢の誤差補正がなされ修正された第2のプログラムを入力する手段と、入力した前記第2のプログラムと前記第1のプログラムから、前記第1のプログラムの教示点の位置姿勢の修正量を求めて記憶する手段と、前記第1のプログラムの修正により教示点が修正されたプログラムの教示点に、前記記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段とを有し、プログラム教示点の位置姿勢の修正に伴う、教示した位置姿勢と目標とする位置姿勢の誤差補正を容易にしたものである。

【0008】

又、請求項3に係わる発明は、前述した請求項1に係わる発明における、教示点の追加及び／又は位置姿勢の修正を行い得られた第3のプログラムの教示点に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段の代わりに、教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られた第3のプログラムと記憶された教示点に対応する修正量を別のファイルで出力する手段を備えるものである。さらに、請求項4に係わる発明は、前述した請求項2に係わる発明における、第1のプログラム修正した教示点をその修正量で補正して得られたプログラムを出力する手段の代わりに、第1のプログラムの修正により教示点の位置姿勢を修正して得られた第3のプログラムと記憶された教示点に対応する修正量を別のファイルとして出力する手段を備えるものである。

【0009】

請求項5に係わる発明は、ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムの教示点に対して位置姿勢の誤差補正の修正量を記憶する記憶手段と、前記プログラムの修正により追加された教示点及び／又は位置姿勢が修

正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の前記記憶手段に記憶する修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正したプログラムの教示点に、前記記憶手段に記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段とを備え、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置である。

【 0 0 1 0 】

又、請求項 6 に係わる発明は、ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、オフラインプログラミング装置で作成されたプログラムの教示点に対して位置姿勢の誤差補正の修正量を記憶する記憶手段と、前記プログラムの修正により教示点の位置姿勢が修正されたプログラムの教示点に前記記憶手段に記憶する修正量それぞれ補正してプログラムを出力する手段とを備え、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置である。

【 0 0 1 1 】

請求項 7 に係わる発明は、請求項 5 に係わる発明における、教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正したプログラムの教示点に、修正量を補正してプログラムを出力する手段の代わりに、教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと教示点に対応する修正量を別のファイルで出力する手段を設けたものである。又、請求項 8 に係わる発明は、請求項 6 に係わる発明における、教示点の位置姿勢が修正されたプログラムの教示点に修正量それぞれ補正してプログラムを出力する手段の代わりに、教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと修正量を別のファイルとして出力する手段を設けたものである。

【 0 0 1 2 】

請求項 9 に係わる発明は、ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、オフラインプログラミング装置で作成され記憶するプログラムの教示点に対する位置姿勢の誤差補正の修正量を、ロボット制御装置から入力して記憶する手段と、前記プログラムの修正により追加さ

れた教示点及び／又は位置姿勢が修正された教示点の近傍における既存の複数の教示点の位置姿勢の修正量から、追加及び／又は位置姿勢を修正した教示点での位置姿勢の予想修正量を計算して記憶する手段と、前記プログラムに教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムの教示点に、記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段とを備え、誤差修正フィードバック機能を有するロボットオフラインプログラミング装置である。

【0013】

又、請求項10に係わる発明は、ロボットプログラムを作成・修正する機能を有するオフラインプログラミング装置において、オフラインプログラミング装置で作成され記憶するプログラムの教示点に対する位置姿勢の誤差補正の修正量を、ロボット制御装置から入力して記憶する手段と、前記プログラムの修正により教示点が修正されたプログラムの教示点に、前記記憶された対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段とを備えるものである。

【0014】

又、請求項11に係わる発明は、請求項9に係わる発明における、教示点を追加及び／又は教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムの教示点に対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段の代わりに、教示点を追加及び／又は位置姿勢を修正して得られたプログラムと教示点の修正量を別のファイルとして出力する手段を設けたものである。さらに、請求項12に係わる発明は、請求項10に係わる発明における、教示点が修正されたプログラムの教示点に対応する修正量を補正してプログラムを出力する手段の代わりに、教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムと教示点の修正量を別のファイルとして出力する手段を設けたものである。

【0015】

又、請求項13に係わる発明は、前述した請求項に係わる発明における予想修正量を計算して記憶する手段を、プログラム修正により追加した教示点及び／又は位置姿勢を修正した教示点の位置と前記プログラムに教示されている教示点の中で近い距離の複数の教示点間の距離を求める手段と、この求めた距離が所定距離以上か判断する手段を備えるものとし、この求めた距離が所定距離以上の場合

には、追加及び／又は位置姿勢を修正した追加した教示点に対する前記予想補正量をゼロとするようにした。

【0016】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の第1の実施形態の概要説明図である。

オフラインプログラミング装置10でロボット20の動作プログラムP1を作成し、このプログラムP1をロボット20に適用し、ロボット制御装置21及びロボット機構部22を用いて、指令位置姿勢と目標とする位置姿勢の誤差補正を行い、プログラムされている教示点の位置姿勢を修正し、この修正されたプログラムP2がすでにロボット制御装置21内に記憶されている。

【0017】

このように、オフラインプログラミング装置10でプログラムP1が作成され、実際のロボットに適用されてその教示点の位置が修正されたプログラムP2を得ている状態で、このプログラムに対して教示点の追加や位置姿勢の修正等のプログラムの修正を行う場合、この第1の実施形態では、まず、オフラインプログラミング装置10にロボット制御装置21から修正されたプログラムP2を読み込み、オフラインプログラミング装置10に記憶する元のプログラムP1と誤差補正され修正されたプログラムP2の教示点の位置姿勢の差、すなわち修正量Eを求める。

【0018】

又、オフラインで作成されたプログラムP1に対して教示点の追加、位置姿勢の修正がなされると、この追加された教示点、又は位置姿勢が修正された教示点に対する予想補正量を、この追加、修正された教示点の位置に近い複数の教示点の補正量より求める。そして、オフラインで作成されたプログラムP1に対して教示点が追加又は位置姿勢が修正され更新されたプログラムP3の教示点に対してすでに求められている補正量Eを補正し、補正されたプログラムP4を求めロボット制御装置21に出力する。

【0019】

追加した教示点や位置姿勢が修正された教示点に対する補正量は、その教示点

位置に近い教示点の修正量に基づいて予想され求められたものであるから、その予想補正量は本来必要な補正量から大きくかけ離れたものとはならない。そのため、ロボット 20 を用いて、補正されたプログラム P 4 の教示点の位置姿勢の誤差補正の修正を行う場合、追加、修正された教示点に対しても、目標とする位置姿勢から、大きくかけ離れることはなく、この修正作業が容易となる。

【0020】

そして、追加、修正された教示点の位置姿勢もロボット 20 を実際に駆動して修正されると、その位置姿勢が修正されたプログラムはロボット制御装置 21 に記憶される。さらに教示点の追加や修正があれば、この更新されたプログラム（新たなプログラム P 2）がオフラインプログラミング装置 10 読み出され、オフラインで作成され、追加、修正された元のプログラム P 3 とにより前述したと同様に教示点の修正量が求められ、追加、修正する教示点の予想修正量も前述同様にして求められることになる。以下、満足のいくまでこの動作が繰り返し実行される。

【0021】

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態の概要説明図である。この第 2 の実施形態は、ロボット制御装置 21 に出力するデータが上述した第 1 の実施形態と相違する点のみである。すなわち、第 1 の実施形態では、オフラインで作成されたプログラム P 1 に対して、教示点の追加、位置姿勢の修正等を行ったプログラム P 3 の教示点に対して修正量 E を加算して修正し、この修正されたプログラム P 4 をロボット制御装置 21 に出力したが、この第 2 の実施形態では、教示点の追加、位置姿勢の修正等を行ったプログラム P 3 と、この追加、修正した教示点に対する予想修正量をも含めて教示点の修正量 E を別ファイルとしてロボット制御装置 21 に出力するようにしたものである。

【0022】

ロボット制御装置 21 は、この送られてきたプログラム P 3 を実行する際、送られてきている修正量 E に基づいて教示点の位置姿勢を補正してロボット機構部を駆動することになる。そして、ロボット 20 を実際に駆動して教示点の位置姿勢が修正されれば、修正量のファイル E f の対応する教示点の修正量が書き替え

られて更新されることになる。再度、教示点の追加、位置姿勢の修正を行う場合には、この修正された修正量ファイル E f をオフラインプログラミング装置 10 に送出し、この修正量ファイル E f を使用して新たに行う追加、修正の教示点の予測修正量も求められることになる。この点は後述する第 5、第 6 実施形態参照。

【0023】

図 3 は、本発明の第 3 の実施形態の概要説明図である。この第 3 の実施形態は、オフラインプログラミング装置 10 にすでに教示点の修正量 E が記憶されている場合に、この修正量 E を利用して追加、修正した教示点の位置姿勢の予想修正量を求めるものであり、他は第 1 の実施形態と同一で、教示点を追加、修正して得られたプログラム P 3 の教示点にそれぞれ修正量を補正して、補正されたプログラム P 4 をロボット制御装置 21 に出力するものである。

【0024】

この第 3 の実施形態の場合、オフラインプログラミング装置 10 で作成されたプログラム P 1 を修正して、教示点の追加、教示点の位置姿勢の修正を行ったとき、修正後のプログラムの教示点に対する修正量、予想修正量は求められている。この修正されたプログラムをロボット 20 で実行した際、さらに教示点の追加、修正等のプログラムの修正が必要な場合、第 1 の実施形態のように、再度ロボット制御装置 21 よりロボット 20 により修正量が調整されたロボットプログラムを読み込み修正量を求め、プログラムを修正するよりことができるが、これよりも、前回のプログラム修正における追加、修正の教示点が少ないような場合には、すでに記憶する修正量を用いて、今回追加、修正する教示点の予想推定量を求めてロボット制御装置 21 に出力し、前回と今回のプログラム修正に伴う追加、修正された教示点に対して修正量の調整作業を行う方が、作業効率がよいような場合に適用するものである。

【0025】

図 4 は、本発明の第 4 の実施形態の概要説明図である。この第 4 の実施形態は、オフラインプログラミング装置 10 にすでに教示点の修正量 E が記憶されている場合で、この修正量 E を利用して追加、修正した教示点の位置姿勢の予想修正

量を求め、この記憶していた教示点の修正量E及び追加、修正した教示点に対する予想修正量をも含めた修正量のファイルをロボット制御装置21に送出すると共に、追加、修正したプログラムP3もロボット制御装置21に出力するようにしたものである。この第4の実施形態においても、ロボット制御装置21はプログラムP3と修正量ファイルの修正量Eに基づいて動作させ、教示点の位置姿勢の誤差が補正され修正されれば、修正量ファイルEfの対応する教示点の修正量Eも訂正更新されることになる。

【0026】

図5は、本発明の第5の実施形態の概要説明図である。この第5の実施形態は、教示点の追加、修正を行うプログラムP1に対する修正量Eをロボット制御装置21が記憶しているとき（前述した第2、第4の実施形態等）、この修正量Eを利用して追加、修正した教示点に対しての予想修正量を求めるようにしたものである。

【0027】

すなわち、図2、図4に示した第2、第4の実施形態等のように、ロボット制御装置21に、オフラインで作成されたプログラムP3の教示点に対する修正量Eをロボット制御装置21が記憶している。この修正量Eを用いて、オフラインで作成されたプログラムP3に対して教示点を追加、修正しようとする場合等にこの実施形態は適用されるものである。図2、図3に示すプログラムP3がロボット20によって実行されるものであり、そのプログラムP3の教示点の修正量が記憶されているものであるから、図5のプログラムP1は図2、図3に示すプログラムP3に対応する。

【0028】

プログラムP1に対して教示点の追加、教示点の位置姿勢の修正を行い新たなプログラムP3を作成する場合、この追加、修正した教示点に対する予想修正量をこのロボット制御装置21から読み込まれた修正量Eに基づいて求め、教示点を追加、修正して得られたプログラムP3の教示点の位置姿勢を修正量E又は求めた予想修正量で補正し、新たなプログラムP4を作成してロボット制御装置に出力するようにしたものである。

【0029】

図6は、本発明の第6の実施形態の概要説明図である。この第6の実施形態は、第5の実施形態と同様にロボット制御装置21に記憶する修正量を利用して追加、修正した補正点の修正量を求めるものである。図5に示す第5の実施形態と相違する点は、教示点を追加、修正したプログラムP3と、追加、修正した教示点に対する予想修正量をも含む修正量EのファイルEfが別々にロボット制御装置21に出力される点のみである。この点はすでに第2、第4の実施形態でも述べているので、説明は省略する。

【0030】

図7は、上述した各実施形態を実施するオフラインプログラミング装置10の要部ブロック図である。プロセッサ(CPU)11には、バス18を介して、ROM12、RAM13、不揮発性RAM14、ディスクドライバ15、表示器/MDI16、通信インタフェース17が接続されている。

【0031】

プロセッサ11はROM12に記憶されたシステムプログラムに基づいてこの装置全体を制御する。又、RAM13はデータの一時記憶等に利用される。不揮発性RAM14には、このオフラインプログラミング装置で作成されたロボット動作プログラム等を記憶する。ディスクドライバ15は、ロボット制御部21が記憶するプログラムP2や修正量Eを格納したフレキシブルディスク19が装着される。

【0032】

表示器/MDI16は、CRT又は液晶等のディスプレイを備え、キーボード、マウス等のデータ入力、各種指令を与える手動データ入力手段を備える。又、通信インタフェース17は、イーサネット(登録商標)等の通信回線を介してロボット制御装置21と接続される。

【0033】

なお、この実施形態では、記憶媒体としてフレキシブルディスク19を用いた例を示したが、コンパクトディスク等の他の記憶媒体を用いてもよい。コンパクトディスクを用いた場合にはディスクドライバ15は、該コンパクトディスクか

らデータを読み出すCDドライバーで構成されることになる。

【0034】

上述したオフラインプログラミング装置10の構成は従来から公知のオフラインプログラミング装置の構成と差異はない。相違する点は、ロボット動作プログラムの教示点の追加、修正を行うソフトウェアが相違するものである。

図8は、第1の実施形態におけるオフラインプログラミング装置10が実施するロボット動作プログラムの教示点の追加、修正処理のフローチャートである。

プログラムの修正指令が入力されると、プロセッサ11は通信インタフェース17、通信回線を介してロボット制御装置21より教示点の位置姿勢が修正されているプログラムP2を読み込む。又は、ロボット制御装置21に記憶されていたプログラムP2をフレキシブルディスク（記憶媒体）19に書き込み、該フレキシブルディスク（記憶媒体）19に記憶されたプログラムP2をディスクドライバ15を介して読み込む（ステップ100）。

【0035】

そして指標*i*を「1」にセットし（ステップ101）、該プログラムP2に対応しオフラインで作成されたプログラムP1（プログラムP1の教示点の位置姿勢と実際に目標とする位置姿勢の誤差を補正し修正されたものがプログラムP2である）と、プログラムP2における対応する指標*i*で示される教示点P1*i*, P2*i*を読み込む（ステップ102）。そして、その差より修正量E*i*を求めて記憶する（ステップ103）。教示点P1*i*, P2*i*の位置姿勢がそれぞれ

$$P1i = (x1i, y1i, z1i, w1i, p1i, r1i)$$

$$P2i = (x2i, y2i, z2i, w2i, p2i, r2i)$$

とすると、修正量E*i*は、

$$Ei = P2i - P1i$$

$$= (Exi, Eyi, Ezi, Ewi, Epi, Eri)$$

$$= (x2i - x1i, y2i - y1i, z2i - z1i, w2i - w1i, p2i - p1i, r2i - r1i)$$

として求められる。

次に、指標*i*に「1」加算し（ステップ104）、教示点が修了か判断し（ス

ステップ105)、修了してなければ、ステップ102～ステップ105の処理を教示点修了まで繰り返し実行し、教示点の修正量 E_i を求める。

【0036】

次に、教示点の追加、修正処理及びこの追加修正した教示点に対する予想修正量の算出処理を行う(ステップ106)。この処理は図14に示す処理であり、作業者が教示点の追加、及びすでに教示されている教示点の位置姿勢の修正を行うと(ステップSB1)、この追加、修正された教示点に対する予想修正量算出処理を開始する。

まず、既存の教示点の中で、追加、修正した教示点位置 P_x にその位置が1番近い教示点と、次に近い教示点 P_j 、 P_k を求める(ステップSB2)。なお、教示点の位置姿勢の修正の場合は、この位置姿勢を修正する元の教示点も既存の教示点の中に含む。そして、この2つの教示点位置間の距離 L_{jk} と、追加、修正した教示点位置 P_x と求めた2つの教示点間の距離 L_{xj} 、 L_{xk} を求める(ステップSB3)。

$$L_{jk} = |P_j - P_k|$$

$$L_{xj} = |P_x - P_j|$$

$$L_{xk} = |P_x - P_k|$$

なお、この距離は、教示点の位置(x , y , z)の各軸の差を2乗しその和の平方根で求められる。

【0037】

そして、求めた追加、修正した教示点位置 P_x とそれに近い2つの教示点 P_j 、 P_k 間の距離 L_{xj} 、 L_{xk} が共に設定値 L_{max} 以下か判断する(ステップSB4、SB5)。追加修正した教示点の位置が既存の教示点の位置より設定距離 L_{max} 以上離れている場合は、あまりにも距離が離れすぎているから、既存の教示点に対して求められている修正量は参考にならないとして、この追加、修正した教示点に対する修正量 E_x は「0」とし(ステップSB9)、ステップSB8に移行する。

【0038】

一方、追加、修正した教示点位置 P_x と2つの教示点 P_j 、 P_k 間の距離 L_{xj}

、 L_{xk} が設定値 L_{max} 以下の場合には、この2つの教示点 P_j 、 P_k に対して記憶されている位置姿勢の修正量 E_j 、 E_k を読み込み（ステップSB6）、追加、修正した教示点位置 P_x に対する予想修正量 E_x を、次の1式の演算により求めて、追加、修正した教示点に対応して記憶する（ステップSB7）。

$$E_x = (E_j * L_{xj} / L_{jk}) + (E_k * L_{xk} / L_{jk}) \quad \dots (1)$$

次に、教示点の追加、修正の完了指令が入力されているか判断し（ステップSB8）、入力されてなければステップSB1に戻り、ステップSB1以下の教示点の追加、修正処理及びその教示点に対する予想補正量 E_x の算出処理を実行する。

全ての教示点の追加、修正が終了し、教示点の追加、修正がなされたプログラムP3が得られ、完了指令が入力されると（ステップSB8）、図8に示すメイン処理に戻り、プログラムP1に対して教示点の追加、修正を行い得られたプログラムP3の教示点に対して、教示点が追加、修正されたものであれば、ステップ106で求めた修正量 E_x 、又、既存の教示点であれば、ステップ103で求めた修正量 E_i に基づいて、それぞれその教示点の位置姿勢を補正し、補正されたプログラムP4を作成する（ステップ107）。そして、この補正されたプログラムP4を通信インタフェース17を介してロボット制御装置21に出力する（ステップ108）。もしくは、ディスクドライバ15を介してフレキシブルディスク19に格納し、該フレキシブルディスク19を介してロボット制御装置21に送るようにする。

【0039】

なお、図示していないが、オフラインプログラミング装置10は、教示点が追加、修正されたプログラムP3をプログラムP1の代わりに記憶しておく（又、プログラムP1も残しておいてもよい）。再度、教示点の追加、修正を行うときに利用できる。また、プログラムP3は、修正量が補正されたものではなく、オフラインプログラミング装置10のモデルに基づいて、教示点の位置姿勢が決定され、それを記憶するものであるから、このプログラムP3で該プログラムでのロボット動作のシミュレーションを行っても、ロボットや作業対象物等のモデル間で干渉が発生してシミュレーション不能となることはない。教示点に対して

修正量が補正されたプログラム（P 2 や P 4）は、オフラインプログラミング装置 10 で作成されたプログラムの教示点に対して修正量による補正がされていることから、このプログラムを用いてオフラインプログラミング装置 10 でロボット動作のシミュレーションを行うと、オフラインプログラミング装置内のロボットや作業対象物のモデルには誤差が存在しないため、プログラムとロボット・作業対象物間の整合性が失われてしまい、シミュレーションが不可能になる。

【0040】

図 9 は、本発明の第 2 の実施形態における教示点の追加、修正とその追加、修正した教示点の予想修正量 E_x を求めて、修正量を出力する処理のフローチャートである。

ステップ 200 ～ステップ 206 の処理は、図 8 に示した第 1 の実施形態のステップ 100 ～ステップ 106 の処理と同一である。ステップ 207 の処理が図 8 に示す第 1 の実施形態とは異なるのみである。

【0041】

すなわち、教示点が追加され、又は既存の教示点の位置姿勢が修正されて新たなプログラム P 3 が作成される。さらに、この追加、修正した教示点に対する予想修正量 E_x が既存の教示点に対する修正量より予想されて求められるまでは第 1 の実施形態と同一である。この第 2 実施形態では、この新たなプログラム P 3 と該プログラム P 3 の教示点に対応して記憶された修正量 E_i 及び予想修正量 E_x を別ファイルとしてロボット制御装置 21 又は記憶媒体（フレキシブルディスク）に出力するものであり、この点が相違するのみである。

【0042】

図 10 は、本発明の第 3 の実施形態の処理フローチャートである。この第 3 の実施形態は、オフラインプログラミング装置 10 にすでに教示点に対する修正量 E を記憶しているときにおける教示点の追加、修正、その予想修正量の算出処理である。

教示点修正指令が入力されるとプロセッサ 11 は、まず、対象のプログラム P 1 に対する修正量の記憶がなされている判断する（ステップ 300）。記憶されていなければ、この処理は修了する。記憶されていれば、教示点の追加、教示点の

位置姿勢の修正処理及び、この追加、修正された教示点に対する予想修正量の算出処理を実行する（ステップ301）。この処理は第1、第2の実施形態と同一で図14に示す処理が実行される。そして、オフラインで作成されたプログラムP1に対して教示点が追加され、又、教示点の位置姿勢が修正されて作成された新たなプログラムP3に対して、教示点に対応する修正量 E_i 及び予想修正量 E_x がそれぞれ補正されて、教示点に対して修正量が補正されたプログラムP4を作成する（ステップ302）。この作成したプログラムP4をロボット制御装置21へ又はフレキシブルディスク19へ出力する（ステップ303）。

【0043】

図11は、本発明の第4の実施形態での処理フローチャートである。この第4の実施形態は図10に示した第3の実施形態の処理とほぼ同一であり、ステップ400、401は、第3の実施形態のステップ300、301と同じである。相違する点は、ステップ402の処理だけである。この第4の実施形態では、プログラムP1に対して教示点を追加、及び教示点の位置姿勢を修正して得られたプログラムP3と、該プログラムP3の教示点に対する修正量 E （追加、修正した教示点に対して求めた予想修正量 E_x と、変更のない教示点に対する記憶されていた補正量 E_i ）をロボット制御装置21若しくはフレキシブルディスク19に出力する点で第3の実施形態と相違するのみである。

【0044】

図12は、本発明の第5の実施形態のフローチャートである。この第5の実施形態は、教示点の位置姿勢の修正量がロボット制御装置21若しくはフレキシブルディスク19を介して読み込まれるステップ500処理の点が図10に示した第3の実施形態と相違するのみでステップ501～503の処理は、第3の実施形態の図10に示すステップ301～303と同一である。

【0045】

図13は、本発明の第6の実施形態のフローチャートである。この第6の実施形態も、教示点の位置姿勢の修正量がロボット制御装置21若しくはフレキシブルディスク19を介して読み込まれるステップ600処理の点が図11に示した第4の実施形態と相違するのみでステップ601、602の処理は、第4の実施

形態の図 11 に示すステップ 401, 402 と同一である。

【0046】

以上のように、本発明の各実施形態では、オフラインプログラミング装置 10 で作成したロボットの動作プログラムに対し、新たな教示点を追加したり、すでに教示されている教示点の位置姿勢を修正したとき、その追加、修正した教示点に対する予想修正量を、すでに求められている既存の教示点に対する修正量より予測し、その追加、修正した教示点の修正量とするものであるから、この予想修正量及び修正されなかった既存の教示点に対する修正量に基づいてロボット動作プログラムを実行させたとき、新たに追加、補正された教示点に対する位置姿勢の修正が極めて簡単となる。予想修正量に基づいて、ロボットは目標とする位置姿勢に近い状態となっていることから、指令位置姿勢と目標とする位置姿勢の誤差は小さく、最終的なその位置姿勢の修正が容易となるものである。

【0047】

上述した各実施形態においては、教示点を追加したときも、既存の教示点の位置姿勢を修正したときも、その予想修正量を求めるようにした。しかし、教示点の位置姿勢を修正する場合は、その位置姿勢を大幅に変えることが少ないので、教示点の位置姿勢の修正に対しては、予想修正量を求めずに、位置姿勢を修正する前の教示点に対して記憶する修正量を、この修正後の教示点に対する修正量としてもよい。この場合、図 14 に示す処理では、ステップ S B 1 の後に、入力された処理が教示点の追加か、位置姿勢の追加か判断し、教示点の追加であれば、ステップ S B 2 以下の処理を実施し、教示点の位置姿勢の修正であれば、ステップ S B には移行せず、ステップ S B 8 に移行するようにすればよい。

【0048】

【発明の効果】

オフラインプログラミング装置で作成したプログラムを現場へ適用する時にかかる工数を大幅に削減し、オフラインプログラミング装置を実際のロボットのプログラムの修正に効果的に活用できるようになる。ロボットや作業対象物の設置誤差、部品歪み、ロボットのたわみ誤差等各種誤差は理論的な計算で求めることが非常に難しいことから、本発明では、一旦これらの誤差を修正した時の修正量

をオフラインプログラミング装置にフィードバックしてこの修正量を用いて、追加、修正した教示点に対して予想修正量を予測したので、これらの各種誤差を包括的に補正することができる。さらに、オフラインプログラミング装置内のプログラムには補正を加えないので、プログラムを修正した後もオフラインプログラミング装置でプログラムのシミュレーションを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態の概要説明図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態の概要説明図である。

【図 3】

本発明の第 3 の実施形態の概要説明図である。

【図 4】

本発明の第 4 の実施形態の概要説明図である。

【図 5】

本発明の第 5 の実施形態の概要説明図である。

【図 6】

本発明の第 6 の実施形態の概要説明図である。

【図 7】

本発明の各実施形態を実施するオフラインプログラミング装置の要部ブロック図である。

【図 8】

本発明の第 1 の実施形態の動作処理フローチャートである。

【図 9】

本発明の第 2 の実施形態の動作処理フローチャートである。

【図 10】

本発明の第 3 の実施形態の動作処理フローチャートである。

【図 11】

本発明の第 4 の実施形態の動作処理フローチャートである。

【図 1 2】

本発明の第 5 の実施形態の動作処理フローチャートである。

【図 1 3】

本発明の第 6 の実施形態の動作処理フローチャートである。

【図 1 4】

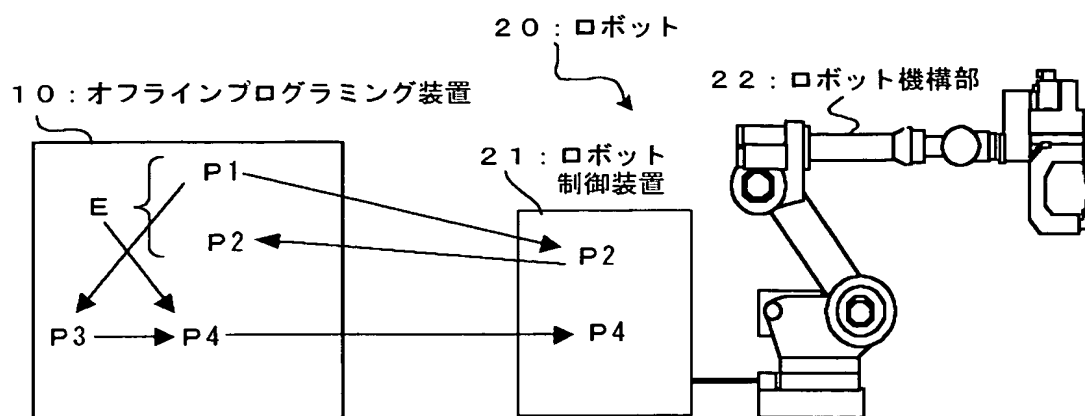
各実施形態の動作処理における教示点の追加、修正処理とその予想補正量算出処理のフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 0 オフラインプログラミング装置
- 2 0 ロボット
- 2 1 ロボット制御装置
- 2 2 ロボット機構部

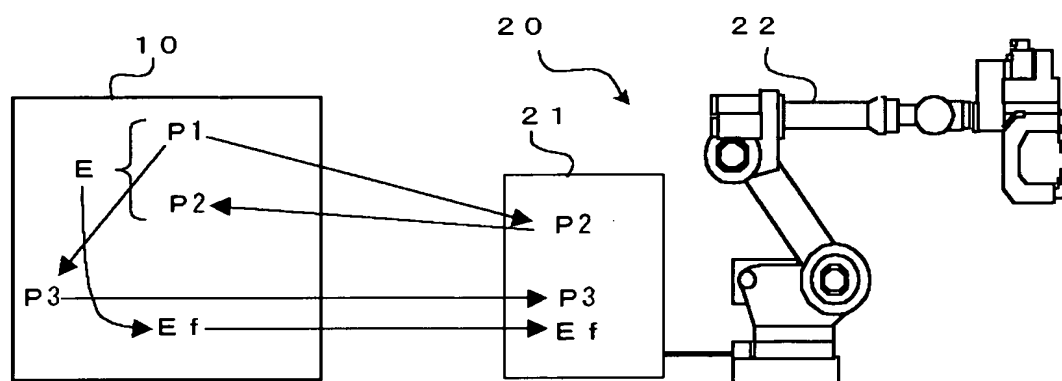
【書類名】 図面

【図 1】



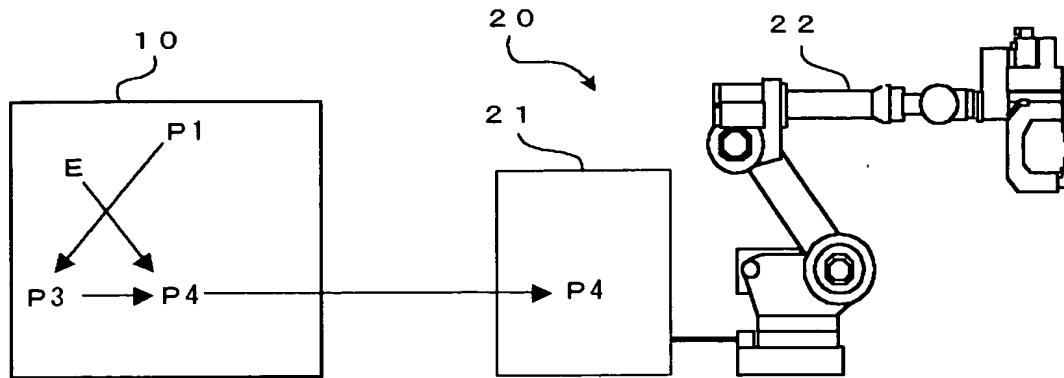
P1 : オフラインで作成したプログラム
 P2 : ロボット制御装置で、教示位置が修正されたプログラム
 E : 各教示位置の位置姿勢の修正量 (P2-P1から計算)
 P3 : オフラインで教示位置の追加・修正を行ったプログラム
 P4 : P3の教示位置に修正量を加味したプログラム

【図 2】



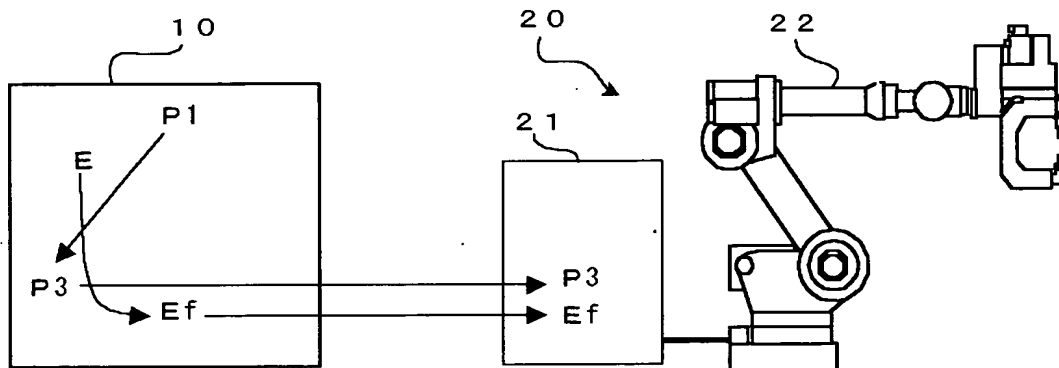
P1 : オフラインで作成したプログラム
 P2 : ロボット制御装置で、教示位置が修正されたプログラム
 E : 各教示位置の位置姿勢の修正量 (P2-P1から計算)
 P3 : オフラインで教示位置の追加・修正を行ったプログラム
 Ef : 各教示位置の位置姿勢の修正量を出力したファイル

【図 3】



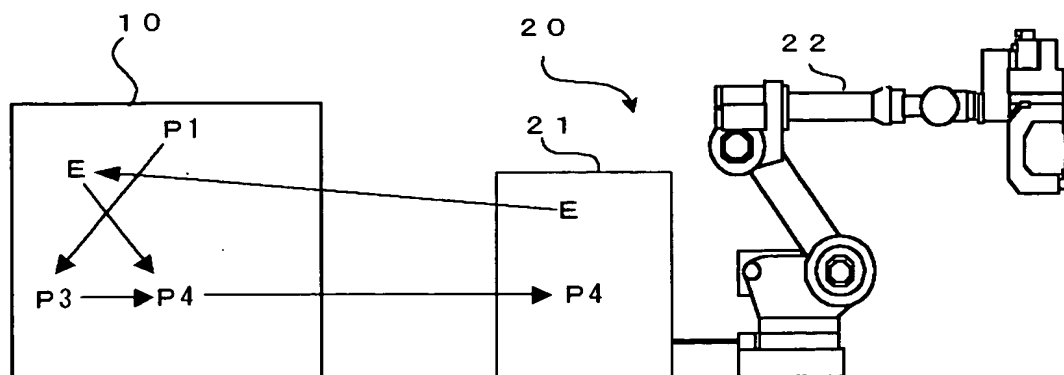
- P1 : オフラインで作成したプログラム
 E : 記憶された各教示位置の位置姿勢の修正量
 P3 : オフラインで教示位置の追加・修正を行ったプログラム
 P4 : P3 の教示位置に修正量を加味したプログラム

【図 4】



- P1 : オフラインで作成したプログラム
 E : 記憶された各教示位置の位置姿勢の修正量
 P3 : オフラインで教示位置の追加・修正を行ったプログラム
 Ef : 各教示位置の位置姿勢の修正量を出力したファイル

【図 5】



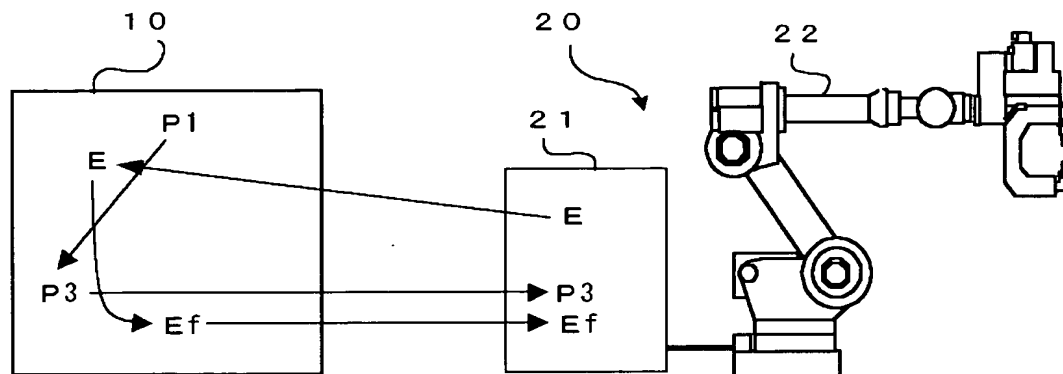
P1 : オフラインで作成したプログラム

E : ロボット制御装置に記憶された各教示位置の位置姿勢の修正量

P3 : オフラインで教示位置の追加・修正を行ったプログラム

P4 : P3 の教示位置に修正量を加味したプログラム

【図 6】



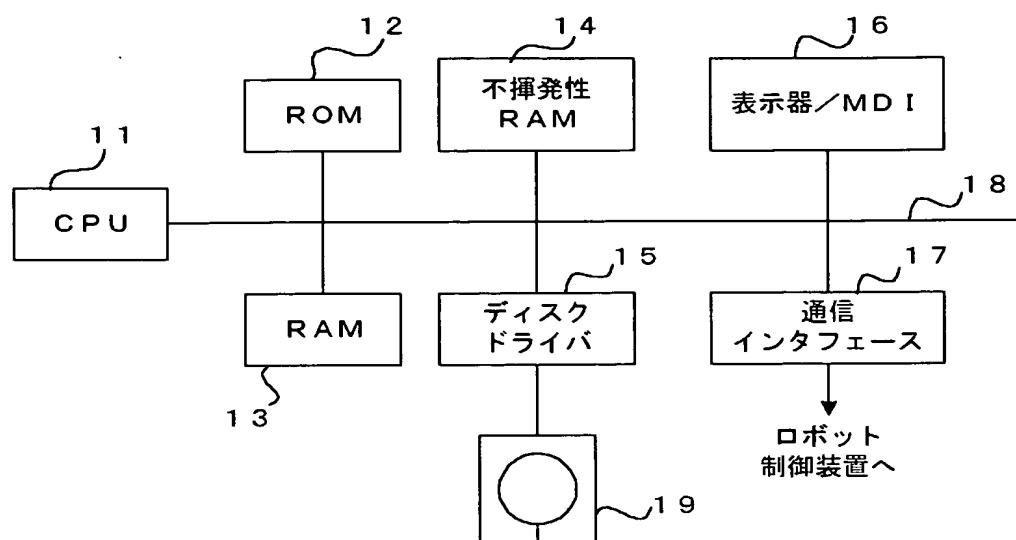
P1 : オフラインで作成したプログラム

E : ロボット制御装置に記憶された各教示位置の位置姿勢の修正量

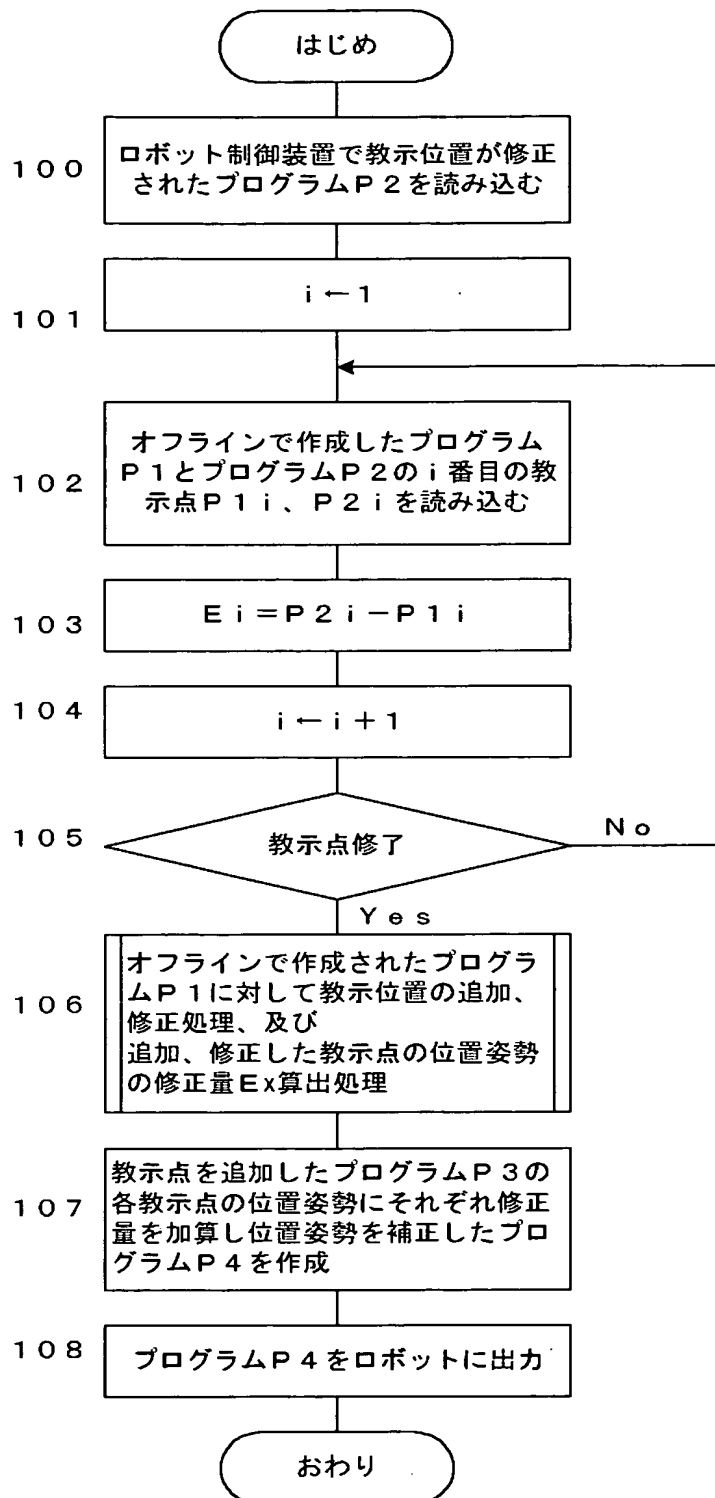
P3 : オフラインで教示位置の追加・修正を行ったプログラム

Ef : 各教示位置の位置姿勢の修正量を出力したファイル

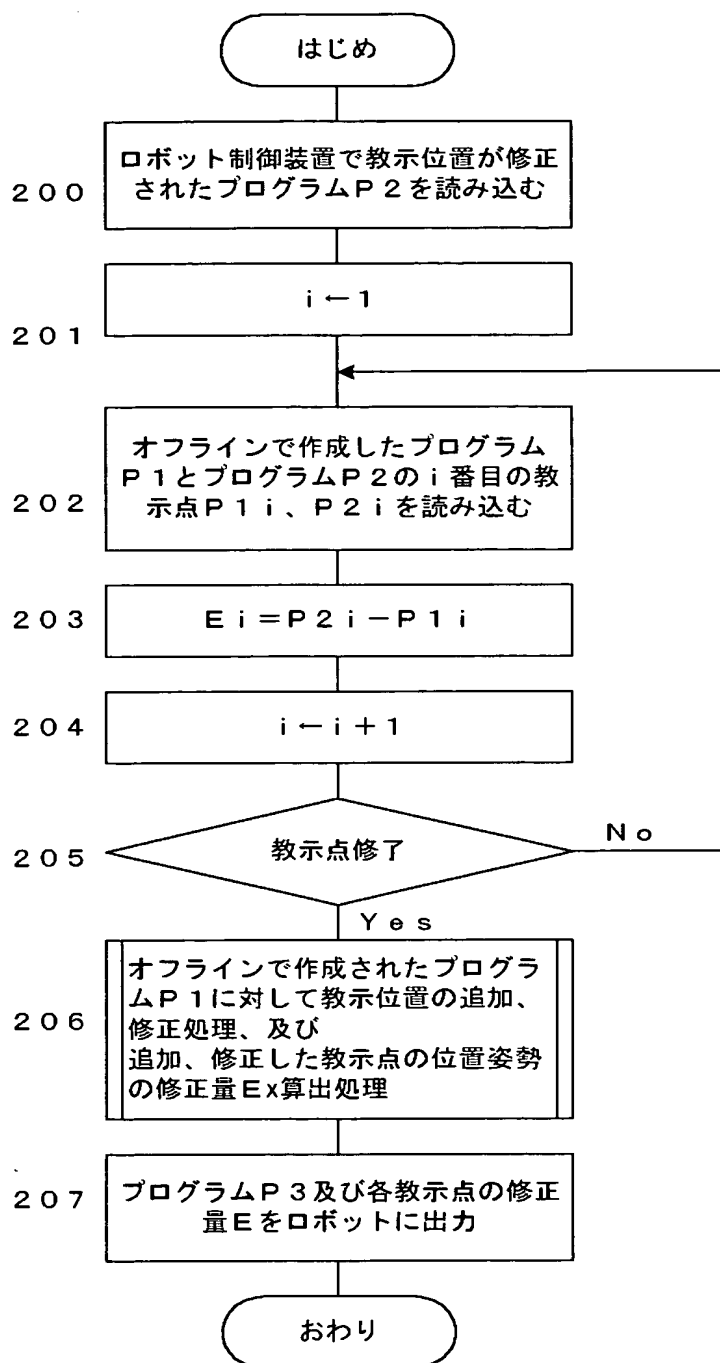
【図 7】



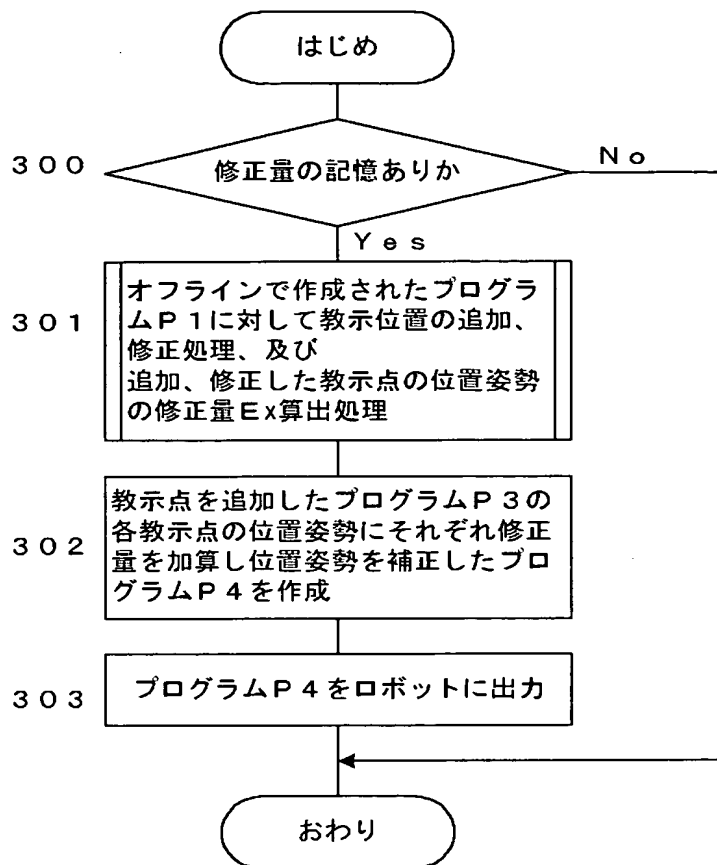
【図 8】



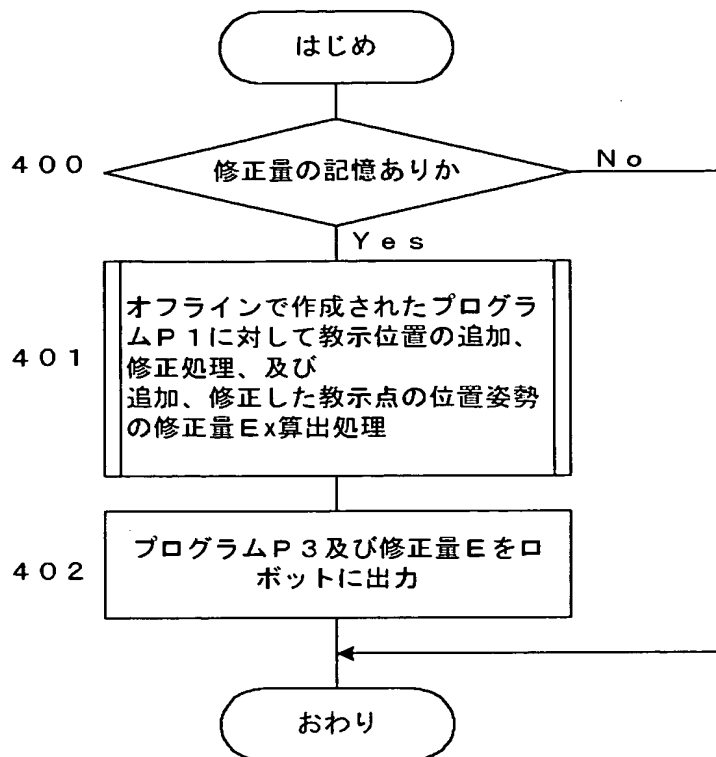
【図 9】



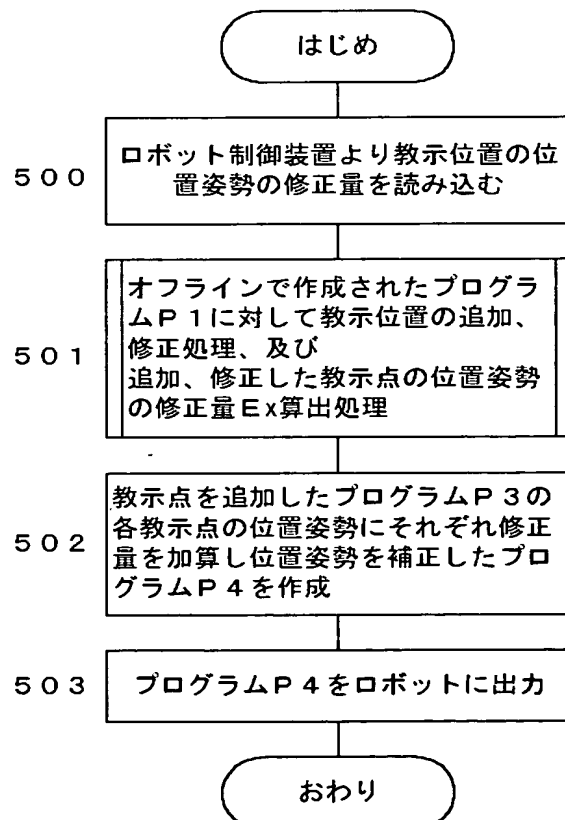
【図 10】



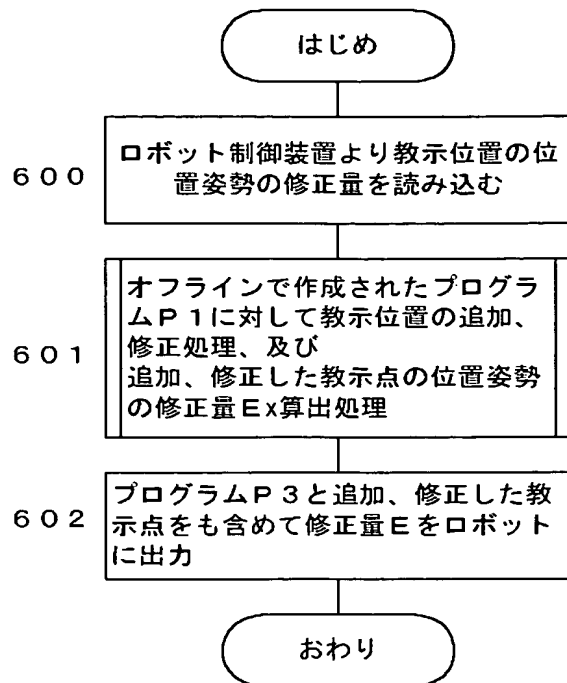
【図 11】



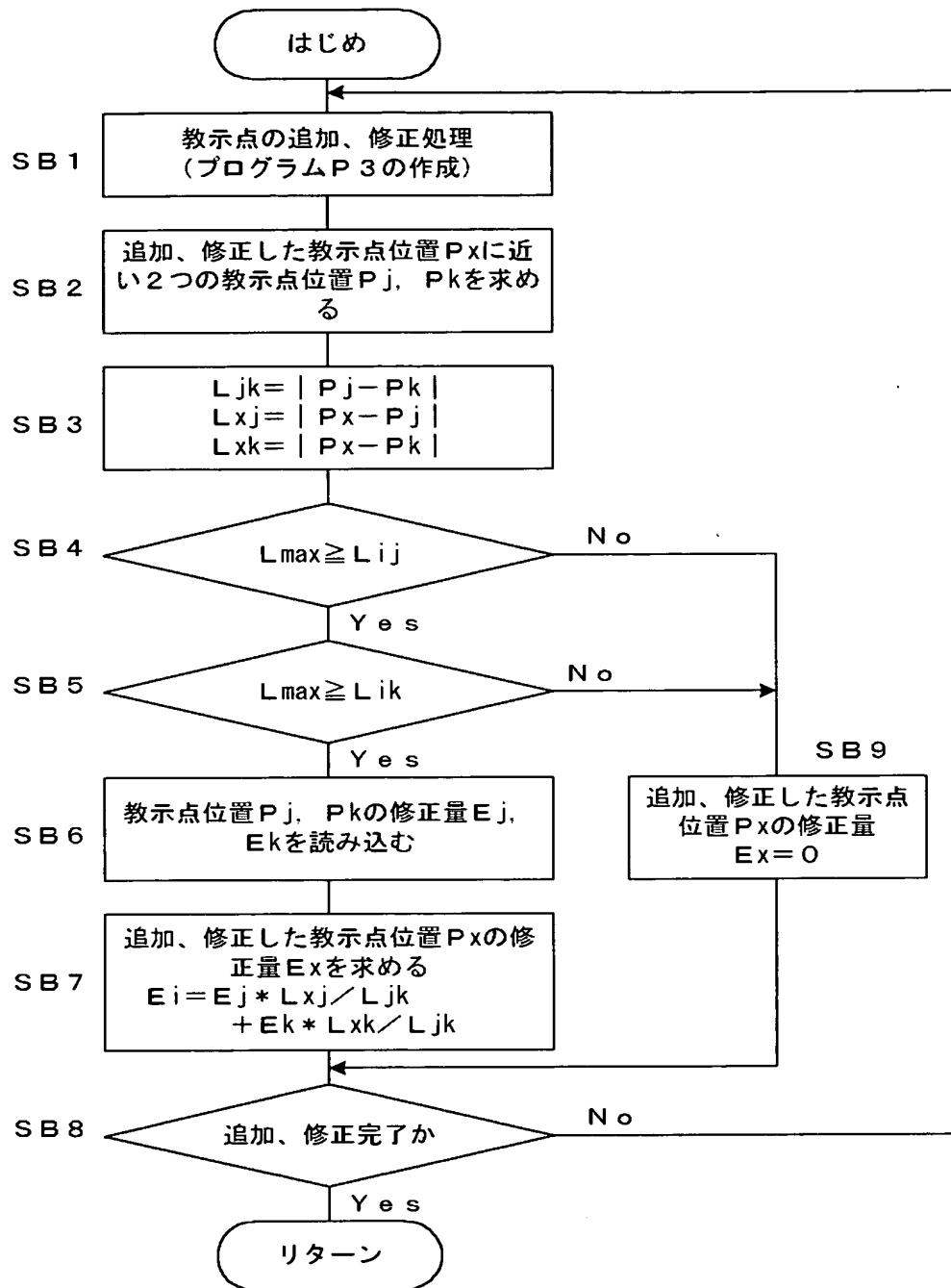
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オフラインで教示点の追加や位置姿勢が修正されたとき、ロボットへの適用時の位置ずれの修正作業を簡単にする。

【解決手段】 オフラインプログラミング装置 10 で作成されたプログラム P 1 をロボットに適用し、位置ずれの修正がなされたプログラム P 2 をロボット制御装置 21 から読み込む。プログラム P 1, P 2 の対応する教示点の位置姿勢の差より修正量 E を求める。プログラム P 1 に対して教示点の追加、修正を行いプログラム P 3 を得る。追加、修正した教示点の位置に近い既存の教示点の修正量から、この追加、修正した教示点の予想修正量を算出する。プログラム P 3 の教示点に対応する修正量を補正したプログラム P 4 をロボット制御装置 21 に出力する。ロボット制御装置 21 では、追加、修正した教示点に対しても予想修正量で補正されているから、実際の位置姿勢のずれの修正が容易にできる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 6 9 4 0
受付番号	5 0 3 0 0 5 3 5 9 7 1
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月31日
-------	-------------

次頁無

特願 2003-096940

出願人履歴情報

識別番号

[390008235]

1. 変更年月日

1990年10月24日

[変更理由]

新規登録

住所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

氏名

ファナック株式会社